

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



Manejo del sustituto de calostro

POR

JOSÉ MANUEL ALTUNAR JIMÉNEZ

MONOGRAFÍA

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Manejo del sustituto de calostro

POR

JOSÉ MANUEL ALTUNAR JIMÉNEZ

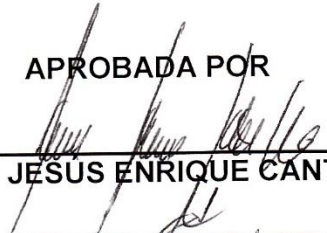
MONOGRAFÍA

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

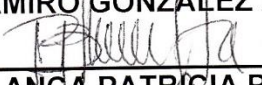
PRESIDENTE:


DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

VOCAL:

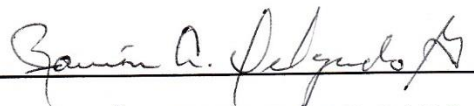

DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS

VOCAL:


MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA

VOCAL SUPLENTE:


MC. RAFAEL ÁVILA CISNEROS



DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Manejo del sustituto de calostro

POR

JOSÉ MANUEL ALTUNAR JIMÉNEZ

MONOGRAFÍA

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:



ASESOR:



ASESOR:



MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA



DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2017

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater por haberme brindado la oportunidad de estar en sus aulas y conocer las diferentes áreas de sus instalaciones.

A mis maestros por enseñarme sus conocimientos para para aplicarlo para el bienestar de la humanidad.

DEDICATORIAS

A mis padres al sr. Cipriano Altunar Juárez, quien me enseñó a trabajar las tierras, amar a los animales por el cual estudie la carrera de MVZ; a mi madre Roberta Jiménez Cruz, quien me dio la vida y me enseñó que no hay obstáculos, que todo tiene solución.

A mis hermanos, les agradezco por confiar en mí.

A mi amigo José María Rodríguez Gutiérrez, quien me apoyó desde el momento que llegue a Torreón, quien me presto a su familia para que no me sintiera solo, le agradezco infinitamente por haberlo conocido (mi hermano).

Al Lic. José María Rodríguez Sambrano, por el apoyo que me dan y aceptarme en su familia como un integrante más. A la doctora Irma Gutiérrez quien es mi segunda madre, también por el infinito apoyo que me han brindado todo este tiempo, desde el día que inicié mi carrera hasta finalizarlo a ellos les agradezco la mayor parte de mi carrera.

RESUMEN

El calostro es la primera fuente de nutrientes para la becerria después del nacimiento cuya absorción es esencial para proteger a becerrias contra infecciones entéricas. El calostro es clave para establecer la protección inmunitaria inicial para el becerro recién nacido. Sin embargo, la calidad del calostro es muy variable en las unidades de producción lechera. Por lo tanto, puede ser difícil asegurar que el becerro reciba las inmunoglobulinas (Ig) necesarias para su desarrollo adecuado. Los suplementos y reemplazos de calostro se desarrollaron para proporcionar Ig adicionales o para reemplazar totalmente el calostro materno. Los datos relativos a la eficacia de los suplementos y reemplazos de calostro son inconsistentes. Por lo anterior el objetivo de esta revisión de literatura fue revisar la información pertinente en relación el tema de suplementos y reemplazos de calostro y su utilización en los becerros recién nacidos.

Palabras clave: becerros, calostro, desarrollo, inmunidad, transferencia de inmunidad.

Índice general

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIAS	II
RESUMEN	III
ÍNDICE GENERAL	IV
ÍNDICE DE CUADROS	V
1 INTRODUCCIÓN	1
2 REVISIÓN DE LITERATURA	3
3 CONCLUSIONES	14
4 LITERATURA CITADA	15

Índice de cuadros

Cuadro 1.	Indicadores reproductivos generales y sus valores óptimos y límite en sistemas intensivos de producción de leche.	18
-----------	---	----

1 INTRODUCCIÓN

El calostro es la primera fuente de alimentos para los becerros después del nacimiento y también una fuente importante de inmunoglobulinas (Ig), su absorción es importante para proteger a los becerros contra infecciones entéricas, las cuales son la razón principal de mortalidad durante las primeras semanas de vida (Wells *et al.*, 1996). Aparte de las Ig, el calostro bovino contiene altas concentraciones de vitaminas, factores de crecimiento, antimicrobianos no específicos y otros compuestos bioactivos, los cuales favorecen a su composición verdaderamente única (González *et al.*, 2012).

El éxito en el manejo de los becerros inicia con el suministro de calostro. Los becerros que reciben una adecuada cantidad de calostro, presentan altas concentraciones de Ig circulantes en sangre, éstas se asocian con un descenso en la morbilidad y mortalidad por ciertas enfermedades infecciosas tales como septicemia, enteritis, diarreas, enfermedades respiratorias (Besser y Gay, 1994). Asimismo, la reducción del riesgo de morbilidad y mortalidad pre-destete y otros beneficios a largo plazo asociados a la transferencia pasiva de inmunidad, incluyen la disminución de mortalidad en el período posterior al destete, mejoría en la tasa de ganancia, eficiencia alimenticia, reducción de la edad al primer parto, mejora la producción de leche en la primera y segunda lactancia y la reducción de desecho de vaquillas durante la primera lactancia (Faber *et al.*, 2005).

En las unidades de producción lechera existen períodos en la que un suministro adecuado de calostro limpio, de alta calidad, fresco o almacenado, no está disponible para alimentar a todas las becerras recién nacidas. Para aumentar este problema, algunos productores desechan el calostro de vacas que dan positivo para

Mycobacterium avium subespecie *paratuberculosis*, virus de la leucosis bovina, o mastitis por *Mycoplasma bovis*. En tales circunstancias, el uso de suplementos de calostro (SC) o el reemplazo de calostro (RC) pueden ofrecer a los productores una manera conveniente de mejorar los niveles de inmunidad pasiva en los becerros además de que reduce el riesgo de exposición a agentes patógenos a través del calostro. Los productos en polvo comerciales de SC y RC contienen Ig de la especie bovina que suelen ser de origen ya sean lácteos o derivados del plasma. Los resultados de estudios con productos RC han sido muy diversos, con muchos productos que no proporcionan rutinariamente la cantidad necesaria de Ig 10 mg/ml en el suero de las becerras alimentados con RC (Quigley *et al.*, 2001; Smith y Foster, 2007; Swan *et al.*, 2007). A pesar de estos resultados prometedores, la efectividad de utilizar habitualmente productos RC en programas de lucha contra las enfermedades infecciosas requiere de un estudio más detenido, debido a los resultados muy variables entre los diferentes productos.

1.1. Objetivo

Realizar una revisión de literatura sobre el tema de suplementos de calostro y su utilización en los becerros recién nacidos.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

El calostro bovino es la primera secreción mamaria disponible dentro de las primeras 24 horas después del parto (Jaster, 2005). La formación del calostro, conocida como calostrogénesis, se da durante las 3 o 4 semanas antes del parto y conlleva muchas adaptaciones fisiológicas únicas. La mejor conocida de ellas es la transferencia masiva de inmunoglobulinas, particularmente IgG₁, a partir de la circulación materna hacia las secreciones mamarias (Barrington *et al.*, 2001). Se ha estimado que hasta 500g de IgG podrían ser transferidos en una sola semana de calostrogénesis. Además de las inmunoglobulinas, el calostro bovino contiene altas concentraciones de vitaminas, factores de crecimiento, antimicrobianos no específicos y otros compuestos bioactivos (Pethes *et al.*, 1987; Playford *et al.*, 2000).

La absorción de las Ig maternas, a través del intestino delgado durante las primeras 24 h después del nacimiento, denominada transferencia pasiva, ayuda a proteger a los becerros contra organismos que ocasionan enfermedades comunes, hasta que su propio sistema inmunológico inmaduro se convierte en funcional. En becerros se define que ha existido fracaso de la transferencia pasiva (FTP) si la concentración de Ig es menor de 10 mg•mL⁻¹ cuando la muestra se analiza entre 24 y 48 h después del parto (NAHMS, 1996; Weaver *et al.*, 2000). La transferencia pasiva de las Ig a través del calostro es un pre-requisito para la salud y supervivencia de los becerros. Una variedad de factores, incluyendo cantidad de Ig alimentadas, tiempo de la primera alimentación, el volumen consumido y el método de alimentación han mostrado tener efecto sobre la transferencia pasiva de las Ig (Godden *et al.*, 2009).

El factor más importante en el desarrollo de las becerras es el adecuado e inmediato consumo de calostro después del parto, ya que es la primera fuente de nutrientes después del nacimiento, esto no se debe retrasar durante más de 9 horas del nacimiento, para la adecuada transferencia de inmunidad pasiva, las características inmunológicas de calostro son altos durante cuatro días después del parto, sin embargo su potencia inmunológica se pierde a los catorce días, la función de los anticuerpos en el sistema inmune es neutralizar y opzonisar bacterias y otras partículas extrañas en el organismo, la absorción intacta de las Ig (Cuadro 1) se produce durante las primeras horas después del nacimiento (Quezada *et al.*, 2014).

Cuadro 1. Tiempo transcurrido postparto y los % de absorción de Ig (Yepes y Prieto, 2011).

Horas en vida	% En absorción de Ig
2 h	100 %
9 h	50 %
12 h	30 %
24 h	0 %

2.1. Calidad del calostro bovino

La calidad del calostro está determinada por la concentración de anticuerpos y la ausencia de 15 bacterias patógenas. Existe consenso en la literatura de que al menos 3.8 L de calostro materno de buena calidad, esto es $Ig \geq 50 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ y el total de los recuentos en placa de TPC $< 100\,000 \text{ UFC}\cdot\text{mL}^{-1}$, debe administrarse para evitar el FTP, la cual es caracterizada por una cantidad de Ig en suero $\leq 10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ a

las 24 h después de la ingestión de calostro en becerros (McGuirk y Collins, 2004; Godden, 2008). La contaminación bacteriana del calostro es motivo de preocupación porque las bacterias patógenas pueden actuar directamente en el tracto digestivo y causar enfermedades como diarreas o septicemias en los becerros que lo consuman (Godden *et al.*, 2012).

La morbilidad y mortalidad en becerras recién nacidas son atribuidas a enfermedades infecciosas. Al respecto, las dos enfermedades más frecuentes son: diarrea y respiratorias; por lo que se ha estimado que, la tasa de mortalidad antes del destete es de 7,8 %; la diarrea y otros problemas digestivos contribuyen al 50 % de las muertes; las enfermedades respiratorias, es la segunda causa de mortalidad con 15 % (Azizzadeh *et al.*, 2012). Por otro lado, aunque los beneficios en la salud de la transferencia de inmunidad son claras, la realidad en el proceso de la crianza de las becerras es que en las unidades de producción bovina una proporción alta de éstas se ven privadas de una adecuada transferencia de Ig que llevan al fracaso la transferencia pasiva (Lorenz *et al.*, 2011). De hecho, las becerras que presentan una adecuada transferencia de inmunidad tienen menor morbilidad, menor mortalidad y menor número de tratamientos con antibióticos comparados con las que registran fallas en la transferencia de inmunidad (Uetake, 2013).

Asimismo, la reducción del riesgo de morbilidad y mortalidad antes del destete y otros beneficios a largo plazo, asociados a la transferencia pasiva de inmunidad, incluyen la disminución de mortalidad en el período posterior al destete, mejoría en la tasa de ganancia y eficiencia alimenticia, reducción de la edad al primer parto, incremento en la producción de leche en la primera y segunda lactancia y reducción de desecho de vaquillas durante la primera lactancia (Faber *et al.*, 2005).

1 Transferencia de inmunidad pasiva

Para obtener una adecuada transferencia pasiva en las terneras, estas deben consumir una cantidad suficiente de calostro (Cuadro 2) con una concentración adecuada de anticuerpos lo más temprano posible (Fernández *et al.*, 1994).

Por lo tanto la acumulación de secreciones lácteas en la glándula mamaria en las últimas semanas de gestación es importante porque contiene anticuerpos y linfocitos específicamente sensibilizados contra la mayoría de microorganismos de su entorno hasta que el ternero desarrolle su inmunidad activa (Fortín y Perdomo, 2009).

Cuadro 2. Cantidad de calostro suministrado y mortalidad, desde la primera semana de vida hasta los seis meses de edad (Matamala, 2014).

Cantidad en calostro (Kg)	Mortalidad %
2-4	15.3
5-8	9.9
8-10	6.5

Los neonatos que ingieren calostro de buena calidad, o que tienen niveles más altos de Ig en el suero durante la primera semana de vida tienen una menor morbilidad y mortalidad, que terneros con niveles de Ig más bajos (Williams *et al.*, 2014).

Otros factores inherentes a la vaca, factores inherentes a la cría y otros propios del ambiente; con respecto al primer factor se conoce que la calostrogénesis cesa inmediatamente antes del parto, por lo que la primera ordeña tiene una alta concentración de inmunoglobulinas que van disminuyendo hasta ofrecer valores

pobres aproximadamente 14 horas después, también el número de partos influye en el volumen de calostro producido y en su calidad considerada por la cantidad de Ig, otros factores incidentes como la conformación y tamaño de la ubre, el instinto materno y la eventual presentación de distocias pueden afectar el acceso de las becerras al calostro, con respecto a las crías el déficit sanitario, debilidad, acceso tardío a la primera toma son causas de la falla de transferencia pasiva debido a que las vacuolas imposibilitan el paso y la absorción de las Igs luego del nacimiento (Gulliksen *et al.*, 2008).

Las condiciones ambientales en las que sobrevive el parto y transcurren las primeras horas de vida de la ternera también influyen en la transferencia de inmunidad ya que en verano, el estrés del calor disminuye la calidad de calostro con respecto a otras estaciones (Botero, 2013).

Uso de Suplementos de Calostro

Las unidades de producción lecheras pueden experimentar períodos en que un suministro adecuado de calostro limpio, de alta calidad, fresco o almacenado, no está disponible para alimentar a todos los becerros recién nacidos. Este problema se incrementa debido a que, algunos productores desechan el calostro de vacas que dan positivo para *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis*, virus de la leucosis bovina, o mastitis por *Mycoplasma bovis* (Streeter *et al.*, 1995). En tales circunstancias, el uso de suplementos de calostro (SC) o el reemplazo de calostro (RC) pueden ofrecer a los productores una manera conveniente de mejorar los

niveles de inmunidad pasiva en los terneros además de que reduce el riesgo de exposición a agentes patógenos a través del calostro (USDA, 2002).

Los productos en polvo comerciales de SC y RC contienen Ig de la especie bovina que suelen ser de origen lácteo o derivados del plasma. Se recomienda que los productos de RC o SC sean mezclados en el agua de bebida (según instrucciones de la etiqueta) y suministrados como un alimento separado después de la aportación del calostro natural (McGuirk y Collins, 2004). Los productos de SC contienen típicamente < 50 g de Ig por dosis, no contienen ningún paquete de nutrientes, y sólo están destinados a completar (no sustituir) el calostro existente. Si se administran solos, los productos de alimentación SC dan resultados significativamente más bajos de Ig en el suero y mayor riesgo de FTP en becerros, en comparación con la alimentación con calostro fresco (Quigley *et al.*, 2001).

No existe ningún beneficio adicional utilizando los productos de alimentación SC, si ya se alimentó con 3.4 L de calostro de alta calidad de la especie bovina (Zaremba *et al.*, 1993). Los suplementos de calostro proporcionan Ig exógena a partir de secreciones lácteas bovinas o suero bovino. Estos productos están destinados a complementar y aportar <100 g de Ig/dosis pero no reemplazar totalmente al calostro (Quigley *et al.*, 2002).

Los productos de calostro que contienen Ig están regulados por el USDA Veterinary Products Center. Productos complementarios no pueden elevar la concentración sanguínea de Ig por encima de la norma en la especie, que es de 10 mg/ml para los becerros. Cualquier producto que sea capaz de elevar la concentración de Ig sérica por encima de 10 mg/ml puede ser llamado un sustituto del calostro (USDA, 2002).

Los suplementos de calostro disponibles hoy en día se hacen de calostro bovino o suero desecado y contienen de 40 a 60 g de Ig por dosis (9 a 13% de proteína globulina). El contenido de grasa de estos Productos se encuentra entre el rango de 0.5 al 15%. Los suplementos de calostro pueden ser usados para aumentar la cantidad de Ig alimentada a los becerros cuando el calostro de baja o media calidad está disponible. Sin embargo, los suplementos no pueden reemplazar el calostro de alta calidad. Investigaciones han demostrado que cuando un suplemento se añade al calostro de baja calidad, las IgG son a menudo absorbidas pobremente y los becerros con frecuencia expresan FPT (Cuadro 1).

Baja absorción de anticuerpos cuando se añade un suplemento de calostro, puede gran cantidad de proteína que entra en el intestino en un corto período de tiempo, competencia entre moléculas de las Ig y otras proteínas de los sitios de absorción se ha sugerido como una razón para que esto suceda (Jones *et al.*, 2004).

Cuadro 1. Efecto de los suplementos de calostro sobre la falla de transferencia pasiva (FPT), concentraciones séricas de IgG a las 24 h y la eficiencia aparente de absorción (AEA) modificado de (Cabral *et al.*, 2013).

Autores	Origen	% FPT	24 H, IgG, g/L	AEA %
Zaremba et al., 1993	LCS ²	-	2.2	-
	LCS + kg de MC ³	-	9.8	-
	LCS + 1.5 kg de MC	-	5.4	-
Mee et al., 1996	WPC ⁴	-	3.0	-

	WPC + 1 L de MC	-	9.5	-
Hopkins and Quigley,	LCS + 3.8 L de MC	-	16.6	30
1997				
Morin et al., 1997	BSP ⁵ (142 g of IgG ₁) + 2 L de MC	-	11.4	24.9
	BSP (185 g of IgG ₁) + 2 L de MC	-	11.0	18.1
Arthington et al., 2000a	BSP	-	6.8	28
	LCS1	-	2.2	17
	LCS2	-	3.5	24
Arthington et al., 2000b	BSP	-	8.3	-
	PSP ⁶	-	4.2	-
	BSP + 2 L of MC (95.2 g de IgG, 47% de BSP)	-	10.3	37
	BSP + 2 L of MC (98.8 g de IgG, 70% de BSP)	-	10.7	38
Davenport et al., 2000	BSP	-	5.7	30
	BSP + 200 g de caseína	-	5.5	29
	BSP + 400 g de caseína	-	3.9	19
	BSP + 200 g de WPC	-	6.6	34
	BSP + 400 g de WPC	-	7.3	32
	MC + 100 g de caseína	-	16.7	21
	MC + 200 g de caseína	-	14.4	20
	MC + 100 g de WPC	-	16.1	22
	MC + 200 g de WPC	-	15.8	21
Quigley et al., 2001	BSP	-	5.5-14.1	25-28
Quigley et al., 2002	BSP	-	8.0	33
Hammer et al., 2003	BSP	42	10.6	29
	BSP + GF ⁷	57	9.1	30
Santoro et al., 2004	BSP	100	4.5	22.7
	BSP + INHIBIDOR DE TRIPSINA	100	4.6	19.6

1AEA = [plasma IgG (g/L) × BW (kg) × 0.09/IgG consumo] × 100% (Quigley and Drewry, 1998).

2 Suplemento de calostro basado en lácteos.

3 Calostro maternal.

4 Concentrado de proteína de suero.

5 Producto de suero de bovino.

6 Producto de suero porcino.

7 Factor de crecimiento.

Reemplazo de calostro

En comparación, los productos de RC que contienen un mínimo de 100 g de Ig por dosis, constituyen una fuente nutricional de proteína, energía, vitaminas y minerales, y están destinados a sustituir por completo (o ser administrados en ausencia de) el calostro materno (Quigley *et al.*, 2001).

Los resultados de los estudios con productos RC han sido muy diversos, con muchos productos que no proporcionan rutinariamente la cantidad necesaria de IgG, correspondiente a $10 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ en el suero de las becerros alimentados con RC (Mee *et al.*, 1996; Smith y Foster, 2007; Swan *et al.*, 2007). En un estudio controlado de 12 hatos lecheros de Minnesota y Wisconsin, Swan *et al.* (2007), observaron que 239 terneros lecheros alimentados con un producto RC disponible en el mercado local (Acquire. American Protein Corporation, Inc., Ames, IA®) presentó concentraciones séricas de Ig significativamente más bajas ($5.8 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ de Ig) en comparación con 218 becerros alimentados con calostro materno ($14.8 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ de Ig).

A pesar de que una tendencia a favor del RC estaba presente, la morbilidad y mortalidad pre destete no fueron diferentes de los becerros alimentados con RC (morbilidad 59.6% y mortalidad 12.4%) comparados con los becerros alimentados con calostro materno (morbilidad 51.9% y mortalidad 10%). Otros estudios han reportado mejores tasas de éxito de la transferencia pasiva (media de Ig en suero $> 10.0 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$), en particular cuando los becerros fueron alimentados con dos dosis de producto RC (Jones *et al.*, 2004;).

En un estudio donde se utilizó RC (Land O' Lakes Inc. St. Paul, MN ®) Foster *et al.* (2006), observaron el nivel promedio de las Ig en el suero a las 24 h de vida, de los becerros alimentados con 1 dosis (100 g de Ig), 2 dosis (200 g de Ig) o 3.78 L de calostro materno, las titulaciones fueron 11.6, 16.9, y $27.2 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ respectivamente. La alimentación con dosis más altas de los RC puede aumentar el éxito en la tasa de transferencia pasiva, pero la relación costo-beneficio no se ha descrito. En un estudio llevado a cabo en 12 de hatos lecheros en Minnesota y

Wisconsin, las becerros alimentados originalmente con un RC al nacer fueron menos propensos (razón de riesgo = 0.56) de infectarse con *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis* (según lo determinado por el uso de un suero de ELISA y en pruebas con muestras de cultivo fecal en los primeros 54 meses de vida) en comparación con la probabilidad de infección para las becerros alimentados originalmente con calostro materno al nacimiento (Swan *et al.*, 2007).

Los reemplazos del calostro fueron diseñados para proporcionar a los becerros los anticuerpos necesarios para que prosperen cuando el calostro materno no está disponible o cuando las madres son portadoras de ciertas enfermedades. Los becerros alimentados con MC producidos a partir de vacas positivas a Johne tenían más probabilidades de infectarse con la enfermedad que si se les proporcionaba CR (Pithua *et al.*, 2010). Fulwider *et al.* (2008) informó que el 94,7% de las lecherías encuestadas alimentaron MC, mientras que el resto alimentó un CR debido a la enfermedad de Johne

Cuadro 2. Efecto de los reemplazos de calostro sobre la falla de transferencia pasiva (FPT), concentraciones séricas de IgG a las 24 h y la eficiencia aparente de absorción (AEA) modificado de (Cabral *et al.*, 2013).

Autores	Origen	% FPT	24 H, IgG, g/L	AEA %
Quigley <i>et al.</i> , 2001	BSP ²	-	5.5-14.1	25-28
Quigley <i>et al.</i> , 2002	BSP	17.9	13.6	30
Hammer <i>et al.</i> , 2003	BSP + MR ³	0	13.0	24
	BSP + GF ⁴ + MR	28	10.3	35
Jones <i>et al.</i> , 2004	BSP	-	13.8	20.3

Foster et al., 2006	LCR5 (100 g de IgG) (27 g/L as fed)	90	7.0	-
	LCR (100 g de IgG) (71.4 g/L as fed)	19	11.6	-
	LCR (200 g de IgG) (71.4 g/L as fed)	5	16.9	-
Campbell et al., 2007	BSP (130 g) NR ⁶	18.2	13.0	34.3
	BSP (130 g) LR ⁷	18.2	11.6	31.5
	BSP (130 g) HR ⁸	54.6	9.7	25.8
	BSP (160 g) LR	9.1	13.3	29.8
	BSP (190 g) LR	8.3	14.3	26.6
Castro et al., 2007 ⁹	WPC ¹⁰	0	13.9	-
	WPC + MR	7.1	10.4	-
Smith and Foster, 2007	WPC (100 g de IgG)	95	7.5	-
	WPC (150 g de IgG)	76	9.1	-
Swan et al., 2007	BSP	93.1	5.8	-
Godden et al., 2009a	LCR (100 g de IgG) (66.7 g/L as fed)	46	9.6	35.5
	LCR (200 g de IgG) (66.7 g/L as fed)	0	19.0	36.5
Godden et al., 2009b	LCR (100 g de IgG) (66.7 g/L as fed) nipple bottle	0	12.5	51.1
	LCR (100 g de IgG) (66.7 g/L as fed) esophageal tube feeder	58.3	9.85	40.5
	LCR (200 g de IgG) (66.7 g/L as fed) nipple bottle	0	19.65	41.1
	LCR (200 g de IgG) (66.7 g/L as fed) esophageal tube feeder	0	18.65	39
	LCR (105 g de IgG)	20	10.7	41.3
Shea et al., 2009	LCR (210 g de IgG)	10	14.5	31.0
	LCR (105 g de IgG) + 0.5 g of Lf ¹¹	21	10.3	37.9
	LCR (210 g de IgG) + 0.5 g of Lf	21	13.1	24.5
	LCR (105 g de IgG) + 1.0 g of Lf	30	9.7	32.1
	LCR (210 g de IgG) + 1.0 g of Lf	10	14.5	26.4
	LCR (105 g de IgG) + 2.0 g of Lf	60	8.7	36.3
Morrill et al., 2010	LCR	20	13.0	26.8
	LCR + 30 g de NaHCO ₃	10	15.0	29.6

Continuación de (Cuadro 2). Efecto de los reemplazos de calostro sobre la falla de transferencia pasiva (FPT), concentraciones séricas de IgG a las 24 h y la eficiencia aparente de absorción (AEA) modificado de (Cabral *et al.*, 2013).

Cabral et al., 2011	LCR	0	16.9	32.1
	LCR + 15 g de NaHCO ₃	0	16.0	30.3
	LCR + 30 g de NaHCO ₃	0	17.2	31.3
	LCR + 45 g de NaHCO ₃	7.7	14.5	27.2
Fidler et al., 2011	1 package de BSP	86.3	7.4	19.9
	2 packages of BSP	13.6	10.6	14.3
Cabral et al., 2012	1 feeding of LCR	10	15.8	32.1
	1 feeding + 30 g de NaHCO ₃	10	16.9	35.5
	2 feedings of LCR	0	16.8	32.8
	2 feedings + 30 g de NaHCO ₃	0	15.0	29.4

1 AEA = [plasma IgG (g/L) × BW (kg) × 0.09/IgG intake] × 100% (Quigley and Drewry, 1998).

2 Producto de suero bovino.

3 Reemplazo de leche.

- 4 Factor de crecimiento.
- 5 Reemplazo de calostro basado en lácteos.
- 6 NR = no irradiación.
- 7 LR = baja irradiación.
- 8 HR = alta irradiación.
- 9 Cabras.
- 10 Concentrado de proteína de suero.
- 11 Lactoferrina.

3 CONCLUSIONES

El calostro materno de alta calidad sigue siendo el estándar de oro para la alimentación de los terneros recién nacidos. Sin embargo, el suplemento de calostro y los productos de reemplazo pueden ser herramientas valiosas para aumentar la inmunidad del ternero cuando el suministro de calostro es limitado o se desea la erradicación de la enfermedad. Los suplementos de calostro se pueden utilizar para aumentar la cantidad de Ig alimentada a los becerros cuando no hay fuente de calostro de calidad disponible, pero los suplementos no pueden reemplazar el calostro de alta calidad.

4 LITERATURA CITADA

- Azizzadeh, M., H. F. Shooroki, A. S. Kamalabadi y M. A. Stevenson. 2012. Factors affecting calf mortality in Iranian Holstein dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*. 104:335-340.
- Barrington, G. M., T. B. McFadden, M. T. Huyler y T. E. Besser. 2001. Regulation of colostrogenesis in cattle. *Livestock Production Science*. 70:95-104.
- Besser, T. E., y C. C. Gay. 1994. The importance of colostrum to the health of the neonatal calf. *Vet. Clin. North. Am. Food Anim.* 10:107-117.
- Botero, J. 2013. Manejo perfecto del calostro. En *Memorias de DIGAL. Día Internacional del Ganadero*. Chihuahua, Chihuahua. 119-127.
- Cabral, R. G., C. E. Chapman, y P. S. Erickson. 2013. REVIEW: Colostrum supplements and replacers for dairy calves. *The Professional Animal Scientist*. 29:449-456.
- Faber, S. N., N. E. Faber, T. C. McCauley, y R. L. Ax. 2005. Effects of colostrum ingestion on lactational performance. *The Professional Animal Scientist*. 21:420-5.
- Fernández, A. S., N. L. Padola y S. M. Estein. 1994. El calostro, fuente de transferencia de la inmunidad materna. *Rev. Med. Vet. Córdoba*. 34:304- 309.
- Fortín, C. A. M. Y C. J.J. Perdomo. 2009. Determinación de la calidad de calostro bovino a partir de la densidad y de la concentración de Ig G y el número de partos de la vaca y su efecto en el desarrollo de los terneros hasta los 30 días de edad. Tesis Licenciatura. Escuela Agrícola *Panamericana, Zamorano*, Honduras. 1-7.
- Foster, D. M., Smith, G. W. Sanner, T. R. y Busso. G. V. 2006. Serum IgG and total protein concentrations in dairy calves fed two colostrum replacement products. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 229:1282-1285.

- Fulwider, W. K., T. Grandin, B. E. Rollin, T. E. Engle, N. L. Dalsted, y W. D. Lamm. 2008. Survey of dairy management practices on one hundred thirteen north central and northeastern United States dairies. *J. Dairy Sci.* 91:1686-1692.
- Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 24(1): 19-39.
- Godden, S. M., D. M. Haines, K. Konkol y J. Peterson. 2009. Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. II: Interaction between feeding method and volume of colostrum fed. *J Dairy Sci* 92(4): 1758-1764.
- Godden, S. M., D. J. Smolenski, M. Donahue, J. M. Oakes, R. Bey, S. Wells, S. Sreevatsan, J. Stabel y J. Fetrow. 2012. Heat-treated colostrum and reduced morbidity in preweaned dairy calves: Results of a randomized trial and examination of mechanisms of effectiveness. *J Dairy Sci* 95(7): 4029-4040.
- González, A. R., H. K. Rodríguez, L. M. I. Requejo, J. A. González, B. P. Peña, L. E. G. Núñez, J. C. Macías y P. A. Robles. 2012. Efecto de la pasteurización sobre la carga bacteriana en calostro bovino. *En Memorias del 12 Congreso Internacional de MVZ Especialistas en Bovinos de la Comarca Lagunera*. Torreón Coahuila, México.
- Gulliksen, S. M., K. I. Lie, L. Sølvørød, y O. Østeras. 2008. Risk factors associated with colostrum quality in Norwegian dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 91:704-712.
- Jaster, E. H. 2005. Evaluation of quality, quantity, and timing of colostrum feeding on immunoglobulin g1 absorption in jersey calves. *J Dairy Sci* 88(1): 296-302.
- Jones, C. M., James, R. E. Quigley, J. D. y McGilliard, M. L. 2004. Influence of pooled colostrum or colostrum replacement on IgG and evaluation of animal plasma in milk replacer. *J. Dairy Sci.* 87:1806–1814.
- Lorenz I, JF Mee, B Earley y SJ More. 2011. Calf health from birth to weaning. I. General aspects of disease prevention. *Ir Vet J* 64, 2-8.
- Matamala, C. N. 2014. Evaluación en terreno de la calidad del calostro en vacas de lecherías de alta producción, medido a través de dos métodos. Tesis

- Licenciatura. Universidad de Chile. Facultad de ciencias veterinarias y pecuarias. 1-37.
- McGuirk, S. M. y M. Collins. 2004. Managing the production, storage, and delivery of colostrum. *Veterinary Clinician of North America: Food Animal Practice* 20(3): 593-603.
- Mee, J. F., K. J. O'farrell, P. Reitsma y R. Mehra. 1996. Effect of a whey protein concentrate used as a colostrum substitute or supplement on calf immunity, weight gain, and health. *Journal of Dairy Science* 79(5): 886- 894.
- NAHMS. 1996. National dairy health evaluation project. Dairy heifer morbidity, mortality, and health management focusing on preweaned heifers. Ft. Collins (CO): USDA-APHIS Veterinary Services; 1996.
- Pethes, G., V. L. Frenyo, G. Somorjai y E. Ceren-Ocirin. 1987. Colostral betacarotene and immunoglobulin g levels of cows in the early postpartum period. *Acta Vet Hung* 35(4): 449-456.
- Pithua, P., S. M. Godden, J. Fetrow, y S. J. Wells. 2010. Effect of plasma-derived colostrum replacement feeding program on adult performance and longevity in Holstein cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 236:1230-1237.
- Playford, R. J., C. E. Macdonald y W. S. Johnson. 2000. Colostrum and milk-derived peptide growth factors for the treatment of gastrointestinal disorders. *Am J Clin Nutr* 72(1): 5-14.
- Quezada, C., J. Vargas y S. Abarca. 2014. Modelado de un sistema de información para el manejo de lecherías en Turrialba. *Intersedes*. 14 (29): 1-30.
- Quigley, J. D., III, y J. J. Drewry. 1998. Nutrient and immunity from cow to calf pre and postcalving. *J. Dairy Sci.* 81:2779-2790.
- Quigley, J. D. III, Strohhahn, R. E. Kost, C. J. y O'Brien, M. M. 2001. Formulation of colostrum supplements, colostrums replacers and acquisition of passive immunity in neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 84:2059-2065.

- Quigley, J. D., III, C. J. Kost, y T. M. Wolfe. 2002. Absorption of protein and IgG in calves fed a colostrum supplement or replacer. *J. Dairy Sci.* 85:1243-1248.
- Smith, G. W. y D. M. Foster. 2007. Short Communication: Absorption of Protein y Immunoglobulin G in Calves Fed a Colostrum Replacer. *J. Dairy Sci.* 90: 2905-2908.
- Streeter, R. N., G. F. Hoffsis, S. Bech-Nielsen, W. P. Shulaw y D. M. Rings. 1995. Isolation of *Mycobacterium paratuberculosis* from colostrum and milk of subclinically infected cows. *Am J Vet Res.* 56(10):1322-4.
- Swan, H., S. Godden, R. Bey, S. Wells, J. Fetrow y H. Chester-Jones. 2007. Passive transfer of immunoglobulin g and preweaning health in holstein calves fed a commercial colostrum replacer. *J Dairy Sci.* 90(8):3857-3866.
- Uetake K. 2013. Newborn calf welfare: A review focusing on mortality rates. *J Anim Sci.* 84:101 -105.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2002. Dairy 2002, part i: Reference of dairy health and management in the united states, 2002. USDA-APHIS-VS, CEAH. National Animal Health Monitoring System, Fort Collins, CO #N377.1202
- Weaver, D. M., J. W. Tyler, D. C. VanMetre, D. E. Hostetler y G. M. Barrington. 2000. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *J Vet Intern Med.* 14(6):569-577.
- Wells, S. J., D. A. Dargatz y S. L. Ott. 1996. Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. *Prev. Vet. Med.* 29:9-19.
- Williams, R. D., P. Pithua, A. Garcia, J. Champagne, D. M. Haines y S. S. Aly. 2014. Effect of three colostrum diets on passive transfer of immunity and preweaning health in calves on a California dairy following colostrum management training. *Veterinary Medicine International.* 1-9.
- Yepes, M. M., y Q. C. Prieto. 2011. Relación de la concentración de proteína sérica, la calidad de calostro y la ganancia de peso en terneros lactantes en hatos

de la sabana de Bogotá. Tesis Licenciatura. Universidad de la Salle. Bogotá Colombia. 1-53.

Zaremba, W., W. M. Guterbock y C. A. Holmberg. 1993. Efficacy of a dried colostrum powder in the prevention of disease in neonatal holstein calves. *J Dairy Sci.* 76(3):831-836.